

Docket No.: A8319.0033/P033
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Yuji Enomoto et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Confirmation No.:

Filed: Concurrently Herewith

Art Unit: N/A

For: PERMANENT MAGNET MOTOR FOR
DRIVING A FAN

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

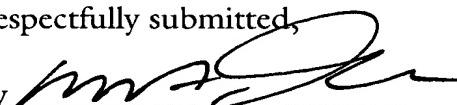
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2003-037766	February 17, 2003

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: February 12, 2004

Respectfully submitted,

By 

Mark J. Thronson

Registration No.: 33,082

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &

OSHINSKY LLP

2101 L Street NW

Washington, DC 20037-1526

(202) 785-9700

Attorney for Applicant

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 2月17日
Date of Application:

出願番号 特願2003-037766
Application Number:

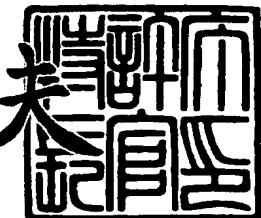
[ST. 10/C] : [JP2003-037766]

出願人 株式会社日立製作所
Applicant(s): 日本サーボ株式会社

2004年 1月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康





【書類名】 特許願
【整理番号】 NT02P0999
【提出日】 平成15年 2月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02K 1/18
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所
日立研究所内
【氏名】 榎本 裕治
【発明者】
【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所
機械研究所内
【氏名】 関口 治
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区神田美土代町7番 日本サーボ株式会社
内
【氏名】 石井 仁
【発明者】
【住所又は居所】 東京都千代田区神田美土代町7番 日本サーボ株式会社
内
【氏名】 川嶌 克夫
【特許出願人】
【識別番号】 000005108
【氏名又は名称】 株式会社日立製作所
【特許出願人】
【識別番号】 000228730
【氏名又は名称】 日本サーボ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【フルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ファン駆動用永久磁石モータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

永久磁石を有する回転子と、固定子巻線が備わる固定子コアを有する固定子と、回転子の回転軸を回転自在に支持する軸受部と、回転子に設けられるファンを有し、ファンの回転とともに回転子の回転軸スラスト方向の移動が前記永久磁石と前記固定子コアとの磁気吸引力で阻止されながら回転するファン駆動用永久磁石モータにあって、

前記固定子コアに対面する前記永久磁石の表面磁束密度が、中央部よりも回転軸スラスト方向の端側が低いことを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載されたファン駆動用永久磁石モータにあって、

前記固定子コアに対面する前記永久磁石の表面磁束密度が、中央部よりも回転軸スラスト方向の端側が低くなるように異なる磁気特性を有する磁性材料を用いたことを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載されたファン駆動用永久磁石モータにあって、

前記固定子コアに対面する前記永久磁石の表面磁束密度が、中央部よりも回転軸スラスト方向の端側が低くなるように、永久磁石と前記固定子とのギャップが中央部よりも回転軸スラスト方向の端側を広げたことを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ。

【請求項 4】

請求項 1 に記載されたファン駆動用永久磁石モータにあって、

内転型のモータにあっては、前記固定子コアに対面する前記永久磁石の表面磁束密度が回転軸スラスト方向の端側を中央部よりも低くなるように、永久磁石の外周部になる回転軸スラスト方向の端側を面取り形状ないし湾曲形状に形成し、

外転型のモータにあっては、前記固定子コアに対面する前記永久磁石の表面磁束密度が回転軸スラスト方向の端側を中央部よりも低くなるように、永久磁石の

内周部になる回転軸スラスト方向の端側を面取り形状ないし湾曲形状に形成したことを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ。

【請求項5】

永久磁石を有する回転子と、固定子巻線が備わる固定子コアを有する固定子と、回転子の回転軸を回転自在に支持する軸受部と、回転子に設けられるファンを有し、ファンの回転にともなう回転子の回転軸スラスト方向の移動が前記永久磁石と前記固定子コアとの磁気吸引力で阻止されながら回転するファン駆動用永久磁石モータにあって、

前記永久磁石には、固定子コアの回転軸スラスト方向端面と対向する対向部を設け、この対向部と固定子コアとの磁気吸引力を前記回転軸スラスト方向の移動を阻止する助けにしたことを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ。

【請求項6】

永久磁石を有する回転子と、固定子巻線が備わる固定子コアを有する固定子と、回転子の回転軸を回転自在に支持する軸受部と、回転子に設けられるファンを有し、ファンの回転にともなう回転子の回転軸スラスト方向の移動が前記永久磁石と前記固定子コアとの磁気吸引力で阻止されながら回転するファン駆動用永久磁石モータにあって、

前記永久磁石の回転軸機スラスト方向の厚みよりも固定子コアの回転軸スラスト方向の厚みが、前記ファンの最高回転数での推力によって移動する前記回転子の変位量分程度多くしたことを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ。

【請求項7】

請求項1に記載されたファン駆動用永久磁石モータにあって、

前記固定子コアに対面する前記永久磁石の表面磁束密度が、回転軸スラスト方向の端側を中央部よりも低くなるように、永久磁石の回転軸スラスト方向厚みよりもスラスト方向厚みが薄い着磁ヨークを永久磁石の端側に設けたり、または配向成形用金型によって成形されることを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ。

【請求項8】

請求項1に記載されたファン駆動用永久磁石モータにあって、

前記ファンが軸流ファンであることを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ

【請求項9】

請求項1に記載されたファン駆動用永久磁石モータにあって、
前記固定子巻線、前記固定子コアを含む前記固定子を合成樹脂でモールドした
ことを特徴とするファン駆動用永久磁石モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ファン用モータ、ディスク駆動用モータ等の小形のファンモータに
関するものである。

【0002】

【従来の技術】

ファンモータは通常機器の冷却、及び送風の用途に使用される。これらのモー
タは高効率であることが求められる一方、振動、騒音は少なくしたいという要求
がある。通常、これらのモータの振動、騒音低減には、モータの機械的な剛性を
高め、モータが発生する電磁振動の伝達を少なくする目的でモールドモータが採
用されている。特開2001-231192号公報（特許文献1）は、モータの
巻線を含めた固定子コア部部全体をモールドすることで、積層コア間等に樹脂が
充填され、固定子コアから発生する電磁振動の伝達を少なくしている。

【0003】

また、別の方法における振動、騒音の低減手法としては、特開平8-7055
0号公報（特許文献2）に示されるように、固定子と軸受け部の組立精度、軸と
回転子の組立精度等の各部品精度や組立精度を向上してその誤差から発生する軸
ぶれによる振動の発生を抑え、モータ全体の振動、騒音低減を実現しようとして
いる例がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術においては、モールド化によってモータ全体の機械剛性を高める

ことでモータの持つ固有値を変えることはできるが、別の周波数域に共振点が移動するだけで、モータが発生する加振源自体は低減していないため、モータの取り付け筐体等との関係では問題となる振動、騒音が発生する。また、精度向上についても同様に、モータ自体が発生する電磁加振力自体は同等であるため、固定子の電磁振動は筐体取り付け形態によってその系が持つ固有振動数にあたることで共振現象を起こし問題となる振動、騒音を発生させる。

【0005】

近年、家電品や産業機器等、ファンモータを組み込むセット製品は、電力使用量低減のため、モータの高効率化、および、セット製品の小形化が要求されており、巻線占積率向上や、最適設計技術を用いた小形化、高効率化設計が行われている。モータの効率向上は、同一入力条件で高トルク、あるいは高回転数といった高出力となるため、振動、騒音の発生源である電磁振動もそれに比例して大きくなる。一方、セット製品は高効率でも振動、騒音は従来よりも少ないことが要求されるためモータから発生する電磁振動そのものを小さくする必要がある。

【0006】

本発明の目的は、上記課題を解決すべく、ファンモータの回転子磁石の形状によって必要な出力を確保し振動、騒音を小さく抑えられる、高効率で電磁振動の小さいモータを提供することにある。

【0007】

【特許文献1】

特開2001-231192号公報

【特許文献1】

特開平8-70550号公報

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、ファンモータの軸方向振動に注目し、その軸方向振動の加振源であるモータ自体が発生する回転の軸方向振動を低減する方法を示す。ファンモータは通常高速で回転し、その回転によってモータ回転子の軸に取り付けられたファン（羽根）の回転によって風を発生させる機能を有

する。風の発生によって羽根は風発生の反力を受けて風の流れる方向とは逆の方向に推力を受ける。その推力のために回転子は固定子との磁気中心で保たれていたバランスを崩すため、回転子と固定子間の磁気吸引力によって羽根の推力と逆の方向への力を及ぼす。この磁気吸引力は固定子スロットと回転子極数によって回転子の回転位置によって吸引力が異なるため、回転中にはモータのコギングトルクと同様に、一回転で極数とスロット数の最小公倍数にあたる数の振幅を繰り返すことになる。この羽根の推力と磁気吸引力の関係によって軸方向の振動が発生する。この振動は、固定子と回転子のズレが無い場合には発生しないため、回転子のスラスト方向の位置を固定する構造も考えられるが、機械的摩擦が増加するため、機械損増加し、モータ効率を低下させてしまう。よって、本発明では回転子の構造の変更で軸方向の振動を抑制する。

【0009】

本発明は、種々の試行検討を踏まえ、回転子が羽根（ファン）の推力によって固定子の固定子コアと回転子の永久磁石の磁気中心からずれた場合においても、磁気吸引力が少なくなるよう永久磁石の回転軸スラスト方向端部の着磁量を中心部に比べて小さくすることで微小のズレが発生した場合の磁気吸引力を小さくすることができる。また、別 の方法として、磁石の端部の径を中心部に比べて小さくしたり、角部の面取り、R付け（湾曲形状）などによる形状の変更によってギヤップ磁束密度を軸方向端部のみ小さくさせる方法でも実現可能である。また、端部のみ別の磁気特性を持つ材料として残留磁束密度の小さい材料にすることでも微小のズレが発生した場合の磁気吸引力を小さくすることができる。

【0010】

上記のようにファン（羽根）の推力が発生し、それに対向する磁気吸引力を小さくすることで軸方向の振動を低減でき、モータの騒音を小さくすることが可能となる。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明に係るモータの実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0012】

図1には、本発明に係るファン駆動用モータの一実施の形態であるところの基本的なファンモータの回転子の永久磁石構造を示す。この例では、永久磁石が4極の例を示している。永久磁石を有する回転子1は回転軸2が備わる。回転軸2は回転子1の中心に直接インサート成形等の手段によって組立される。また、圧入、接着などの方法を用いて組立られる場合もある。

【0013】

図1の(a)には回転子1の永久磁石を側面から見た図を示す。回転子1の大部分が永久磁石で形成され、永久磁石のところは金型で成形される。点線で示したように回転子の永久磁石の断面は、スラスト方向に厚みが異なる構造としている。これによって磁石表面の磁束密度分布はa, b, cの各点で異なる分布となる。

【0014】

この永久磁石は図1の(b)に示すように4極(2極対)となり、0～180°の角度の範囲において1周期の磁束密度分布を持つ。その磁束密度分布を軸方向に測定した結果を図1の(c)に、回転方向に測定した結果を図1の(d)に示す。軸方向に磁束密度分布をみると、軸方向中心b位置を中心とするXの範囲における磁束密度をほぼ100%とすると、a, c位置の磁束密度は約80%以下と小さくなっている。回転方向にその分布をみると、図1の(d)に示すようにb位置の回転方向はピークが100%であるのに対して、a, c位置ではピークが80%以下となっている。このように、永久磁石の軸方向の厚みを変えることによって、軸方向の表面磁束密度分布を変えることが可能となる。

【0015】

次に図2に一般的なファン駆動用永久磁石モータの構造を示す。一般的なファン駆動用永久磁石モータは固定子巻線5が施された固定子コア4を有する。この固定子コアを合成樹脂によってモールド成形することで、樹脂モールドの固定子ができる。固定子巻線5、固定子コア4は樹脂モールド部3で被覆される。固定子の内側には、回転自在なる回転子1が備わる。回転子1は回転軸2を有する。

【0016】

この固定子の両端側にエンドブラケット15, 15が備わる。エンドブラケット

ト15, 15は固定子のインローペに嵌合するように取り付けられる。

【0017】

エンドブラケット15はベアリング保持部を有する。このベアリング保持部に軸受部6が支持される。軸受部6は、ボール式で内輪と外輪の間に介在するボールの転がりにより、回転が行なわれる。軸受部6の内輪には、回転軸2が嵌合される。軸受部6の外輪は、外周側がベアリング保持部に嵌め込まれ、回転軸スラスト方向（回転軸の長手方向）に摺動できるように保持されている。

【0018】

ベアリング保持部の外側端部には、脱落防止堰16が設けられる。そして、一方のベアリング保持部（図示では上方のベアリング保持部）には、脱落防止堰16と軸受部6との間に与圧ばね20を介在する。この与圧ばね20で軸受部6は回転軸スラスト方向に押されるように付勢される。回転軸2が軸受部6の内輪に嵌合しているため、回転子1も回転軸スラスト方向に押されるように付勢されることになる。このように回転子1は、回転軸スラスト方向にある程度の範囲で移動自在であり、かつ一方向に与圧ばね20で押圧されているのである。

【0019】

回転子1は、図1を引用して前述したように永久磁石を有する。この永久磁石は、固定子の固定子コア4と磁気的に吸引仕合う。この磁気吸引力で、回転軸スラスト方向に移動自在なる回転子は、所定の位置に留まるように保たれる。

【0020】

送風のための羽根7（軸流のファン）は、回転子1の回転軸2の先端に取り付けられ、とめ輪8等によって固定される。

【0021】

図3に示すファン駆動用永久磁石モータは、前述した図2に示すファン駆動用永久磁石モータと大部分が共通で、軸受部の構成が違う。

【0022】

図2に示すファン駆動用永久磁石モータは、ボール式の軸受部6を備えている。図3に示すファン駆動用永久磁石モータは、摺動式の軸受部（滑り軸受）30を備えている。

【0023】

この摺動式の軸受部30は、内周部で回転軸2を摺動回転自在に支持し、外周部がエンドブラケット15のベアリング保持部に嵌合するように保持されている。回転軸2は、軸受部30の内周部に摺動回転自在に支持されているので、回転軸スラスト方向にも摺動自在であり、回転子1は回転軸スラスト方向に移動自在である。

【0024】

さらに図3に沿って羽根（軸流のファン）7の推力と、永久磁石と固定子コア4の磁気吸引力とがつり合うつり合いバランスについて説明する。

【0025】

図3の（イ）は回転子1が停止している状態を示し、（ロ）は回転子1が回転している状態を示す。

【0026】

（ロ）に示すように回転子1の回転により羽根（軸流のファン）7が後方に送風すると、前向きの羽根（軸流のファン）7の推力（回転軸スラスト方向の移動力）が回転子1に作用する。

【0027】

永久磁石と固定子コア4の磁気吸引力は、その回転軸スラスト方向の移動力を阻止するように作用し、つり合いがとれたところでバランスし、その位置に回転子1は留まるように保たれる。

【0028】

しかし、磁気吸引力は、固定子のスロットと磁石の極数の関係で回転子の回転位置によって及ぼす力が異なる。したがって、回転数一定で羽根の風による推力が一定でも、戻そうとする吸引力は、一回転あたりに固定子と回転子の最小公倍数の振幅を繰り返すため、軸方向の振動を発生することになる。この振動は、モータの持つ固有振動数や、取り付ける筐体の固有振動と共振することによって不要な振動、騒音を引き起こすことになってしまう。したがって、この磁気吸引力の振動をいかに低減するかがモータの振動、騒音を低減する方法となる。

【0029】

図4には、その軸方向の力を磁場解析（FEM）によって解析する条件の図を示す。（a）には、FEMで解析する場合のモータ固定子と回転子のメッシュ分割図を示す。解析条件として、

Aロータ：図1で示すa，b，c点の磁束密度が一定となる条件

Bロータ：図1で示した構造のb点がa，c点に比べて大きい磁束密度となる条件の2種を計算した。

【0030】

(b)，(c)図に示すとおり、Aロータは軸方向の表面磁束密度が軸方向に均一で、Bロータは中央部が高く設定した。また、回転方向にみても同様に、Aロータはa，b，c位置とも同一の磁束密度分布を有し、Bロータは中央部が高い。ピークの値はBロータの方が高く設定しており、これは両端部が磁束密度低くても同一トルクを満足させるためである。

【0031】

図5にFEMの解析結果を示す。回転子の軸方向にかかる力は、ロータの位置が固定子との磁気バランス点からずれていらない場合にはAロータ、Bロータとも全く発生しない結果となった。

【0032】

また、Aロータ、Bロータを $50\mu m$ ずらした場合には、どちらも磁気吸引力が発生し、固定子と回転子の最小公倍数の振動が発生する。そのレベルはAロータの方が約4割大きい結果となった。ちなみに、モータが出力する回転数、トルクは同一である。この結果により、回転子の磁気吸引力を低減するBロータの構造の方が磁気吸引力による振動レベルを低減できることがわかった。

【0033】

図6には磁石回転子の軸方向の磁束密度を端部のみ減少させるための着磁ヨークの構造を示す。着磁ヨークの軸方向厚みを磁石厚みよりも薄くし、磁束が中心部に集中するようにするものである。

【0034】

図7は、各種の回転子磁石構造により、軸方向磁束密度分布を実現する方法を示す。

【0035】

(a) 図は磁石材料を複数種とし、残留磁束密度の高い材料1aと残留磁束密度の低い材料1bを軸方向に使い分けることにより図1の磁束密度分布を実現するものである。

【0036】

(b) 図は軸方向端部の外径を面取り形状によって中央部よりも小さい外径とすることによって固定子と回転子間のギャップを広くして磁気吸引力を満足する構造とするものである。この方法は、端部の径を加工、R付け等によって小さくする方法でも実現できる。

【0037】

(c) 図は固定子と回転子の軸方向厚みを変更し、回転子の厚みよりも固定子の厚みを厚くし、回転子が推力によって軸方向に移動した場合でも吸引力を発生しないようにする構造とする。

【0038】

(d) 図は回転子磁石の軸方向端部に、固定子のスラスト面側に対向する部分を設け、スラスト方向の磁気吸引力によって常に固定子と回転子が吸引する構造とすることによって、羽根の推力に対して振動しない構造とするものである。

【0039】**【発明の効果】**

本発明によれば、モータとしての性能を損なうことなく、高強度、高精度、高信頼性を得られ、振動、騒音の非常に小さい安価なファンモータを得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明の一実施形態であるファン駆動用永久磁石モータの永久磁石の磁束密度分布を示す図である。

【図2】

本発明の一実施形態であるファン駆動用永久磁石モータの構造を示す図である。

。

【図3】

本発明の一実施形態に係わるもので、羽根（ファン）の推力と、永久磁石と固定子コアの磁気吸引力とがつり合う関係を説明する図である。

【図4】

本発明の一実施形態に係わるもので、ファン駆動用永久磁石モータの電磁気的現象を解析するFEMのメッシュ構造並びに解析する回転子磁石の磁束密度分布等条件を示す図である。

【図5】

本発明の一実施形態に係わるもので、図4の条件を用いて磁場解析を行って回転子の軸方向にかかる応力を求めた結果を表すグラフである。

【図6】

本発明のファン駆動用永久磁石モータの構造を満足する着磁ヨーク形状の一実施形態を示す図である。

【図7】

本発明のファン駆動用永久磁石モータの構造を満足する各種形状の展開例を示す図である。

【符号の説明】

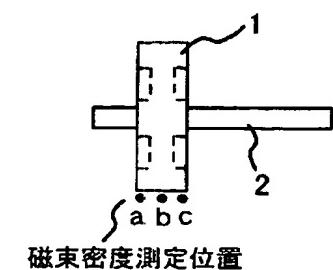
1…回転子、2…回転軸（シャフト）、3…樹脂モールド部、4…固定子コア、5…固定子巻線、6…軸受部（ベアリング）、7…ファン（羽根）、8…とめ輪、9…着磁ヨーク巻線、10…着磁ヨークコア。

【書類名】 図面

【図1】

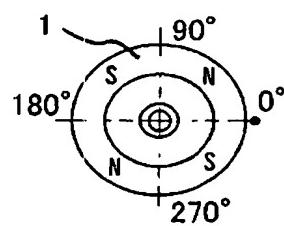
図 1

(a)

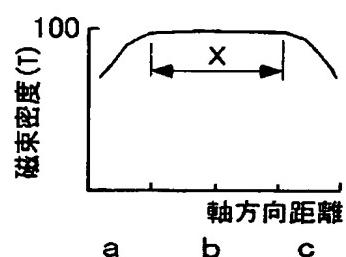


磁束密度測定位置

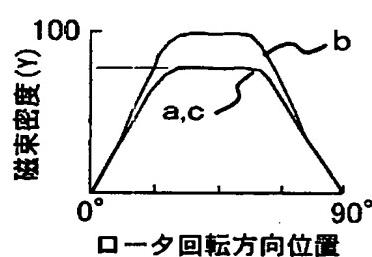
(b)



(c)

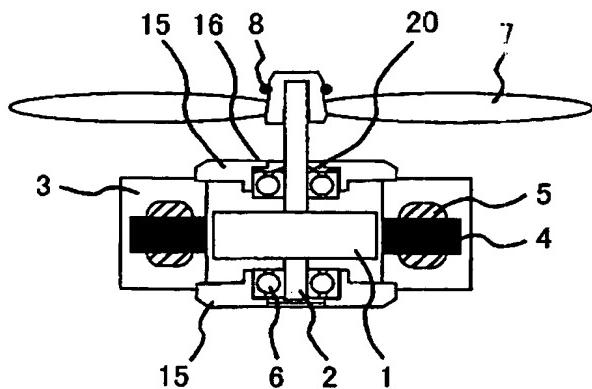


(d)



【図2】

図 2



【図3】

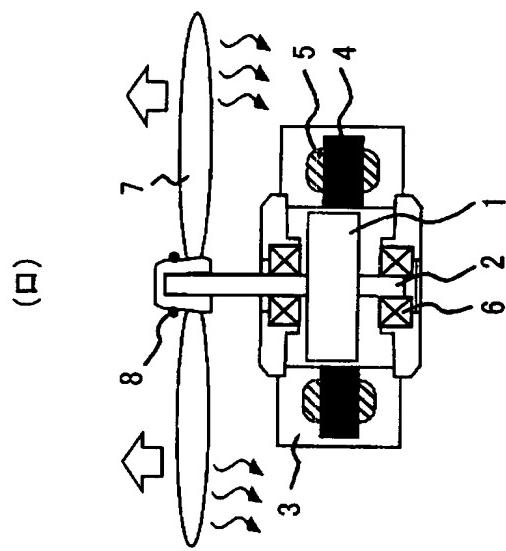
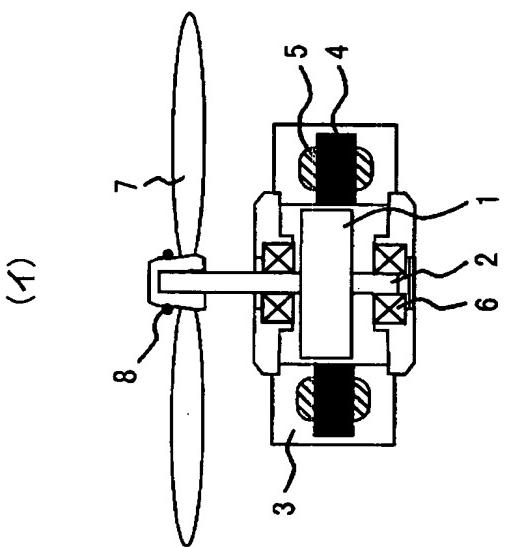


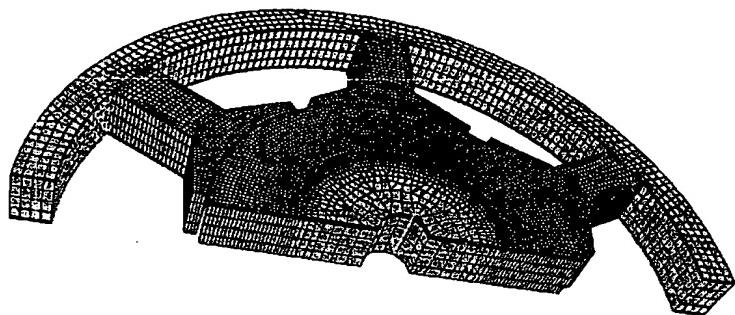
図 3



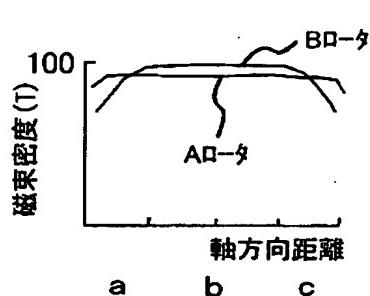
【図4】

図 4

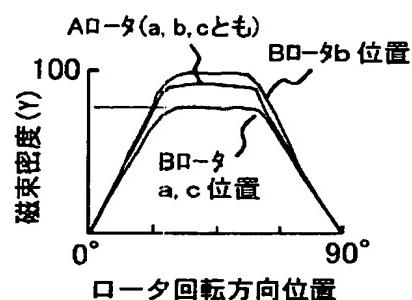
(a) FEM解析モデル



(b)

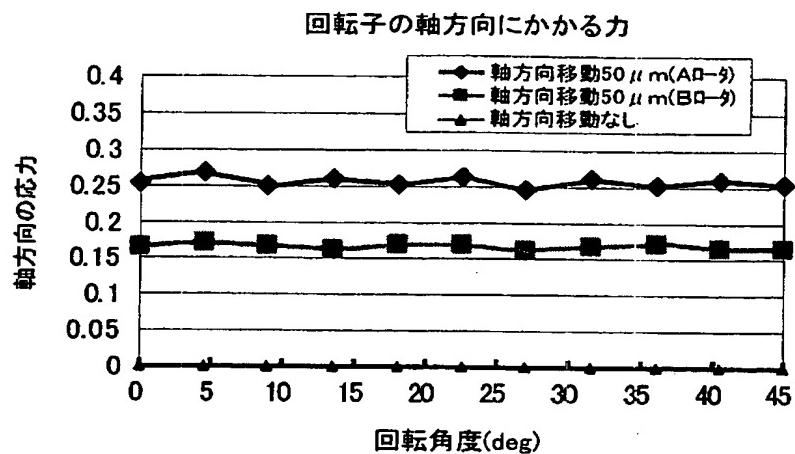


(c)



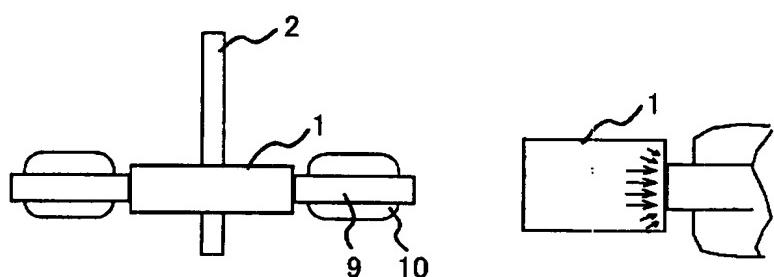
【図5】

図 5



【図6】

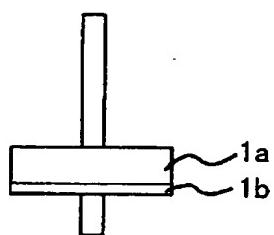
図 6



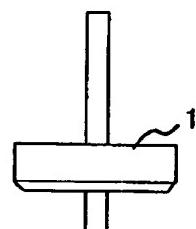
【図7】

図 7

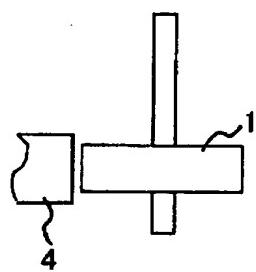
(a)



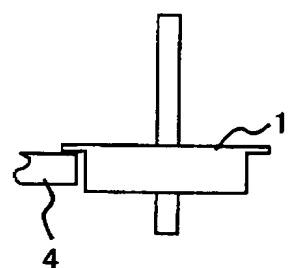
(b)



(c)



(d)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 振動、騒音が小さく抑えられるファン駆動用永久磁石モータを提供すること。

【解決手段】 ファンの回転にともなう回転子の回転軸スラスト方向の移動が永久磁石と固定子コアとの磁気吸引力で阻止されながら回転するファン駆動用永久磁石モータにあって、固定子コアに対面する永久磁石の表面磁束密度は、回転軸スラスト方向の端側を中央部よりも低くしたことを特徴とする。

【選択図】 図1

特願2003-037766

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏名 株式会社日立製作所

特願2003-037766

出願人履歴情報

識別番号 [000228730]

1. 変更年月日 1990年 8月17日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区神田美土代町7
氏名 日本サーボ株式会社